Compuestos lipídicos

II Semestre, 2025

Dra. Carolina Centeno-Cerdas

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Consumir grasas

¿En qué nos perjudica?

¿En qué nos beneficia?

Lípidos

- Del griego "*lipos*": grasa

- Compuestos diversos con la característica común de ser insolubles en agua pero solubles en solventes orgánicos

Funciones

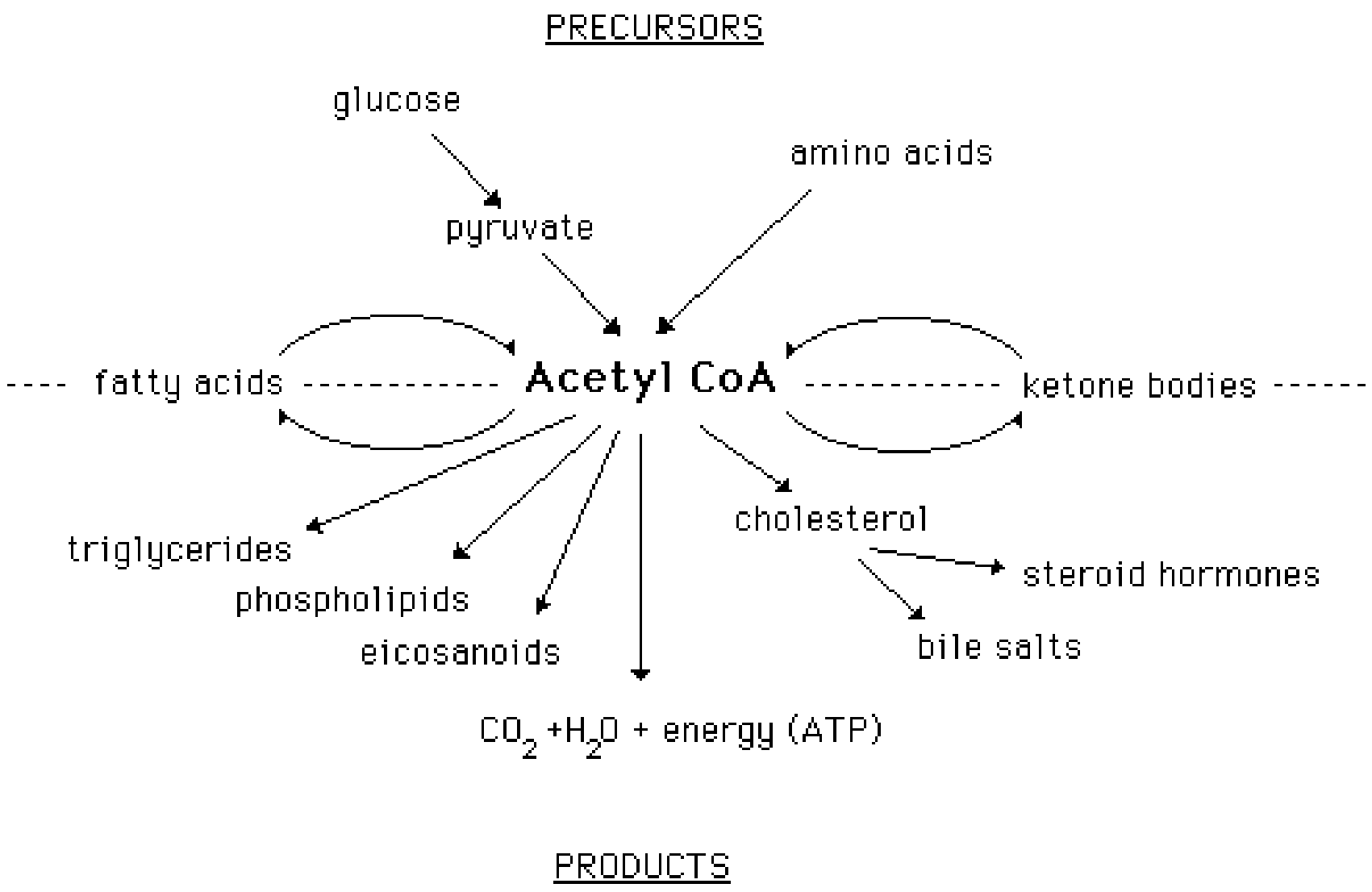
- Energética
- Estructural
- Catalítica
- Informativa
- De transporte
- Reserva de agua
- Producción de calor

Metabolismo de lípidos

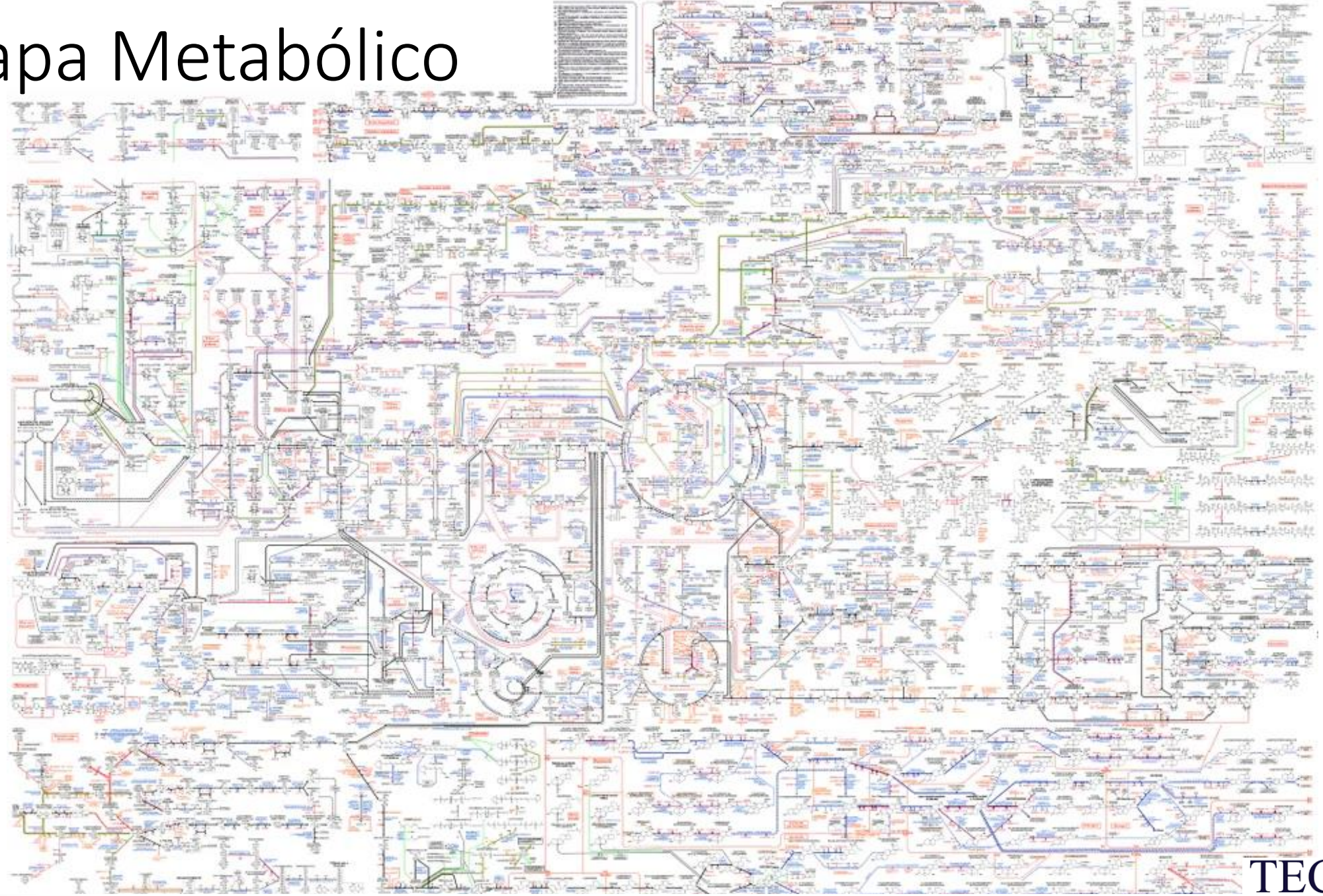
- Síntesis de lípidos
  - En hígado, tejido adiposo, glándulas mamarias (lactancia), testículos, riñón

    - Ácidos grasos (lipogénesis)
    - Triglicéridos
    - Glicerofosfolípidos
    - Colesterol

- Degradación de lípidos
  - Principalmente en músculo esquelético

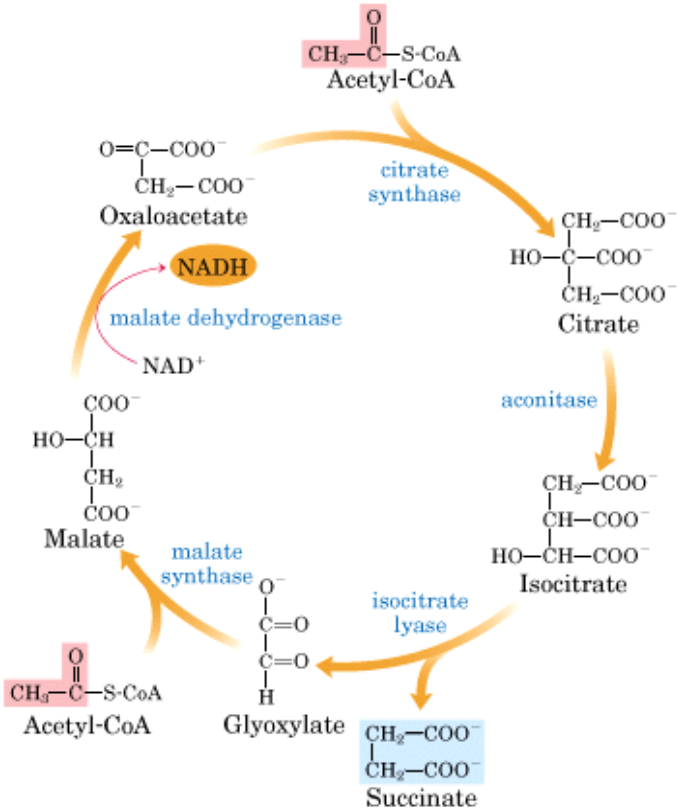

PRECURSORS
glucose
amino acids
pyruvate
fatty acids
Acetyl CoA
ketone bodies
triglycerides
phospholipids
eicosanoids
cholesterol
steroid hormones
bile salts
$CO_2 + H_2O$ + energy (ATP)
PRODUCTS

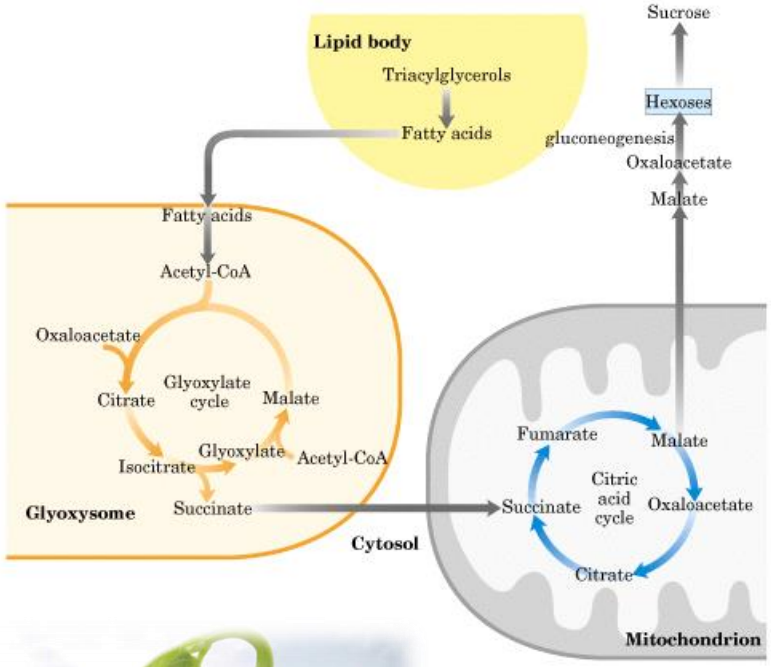
Mapa Metabólico

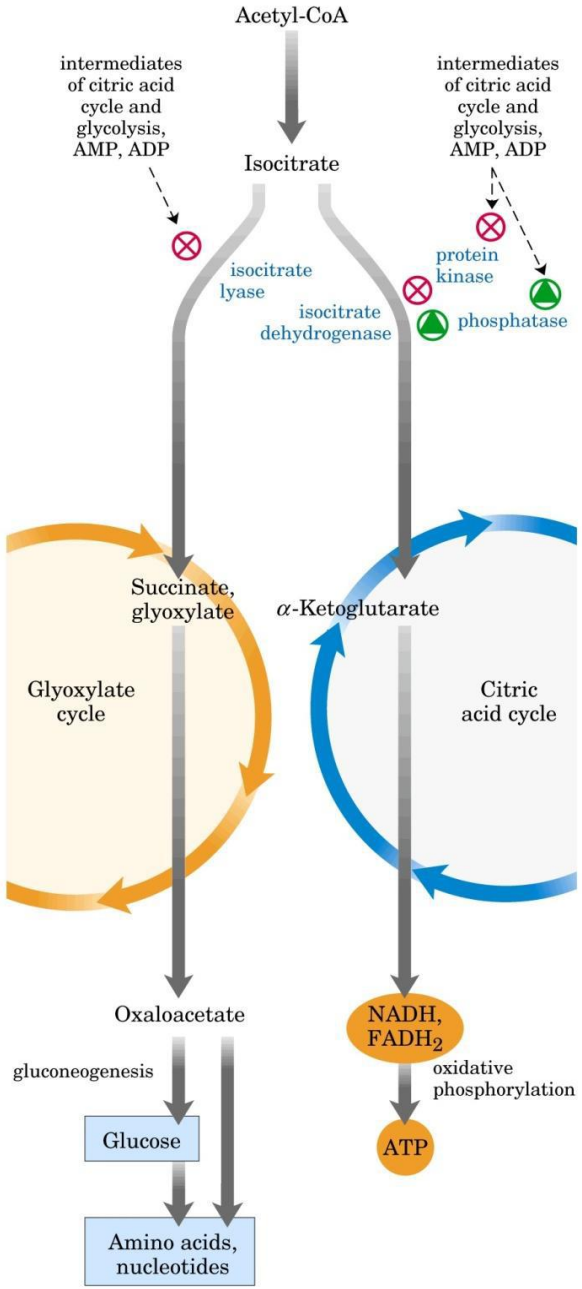


TEC | Tecnológico de Costa Rica

Ciclo del Glioxilato



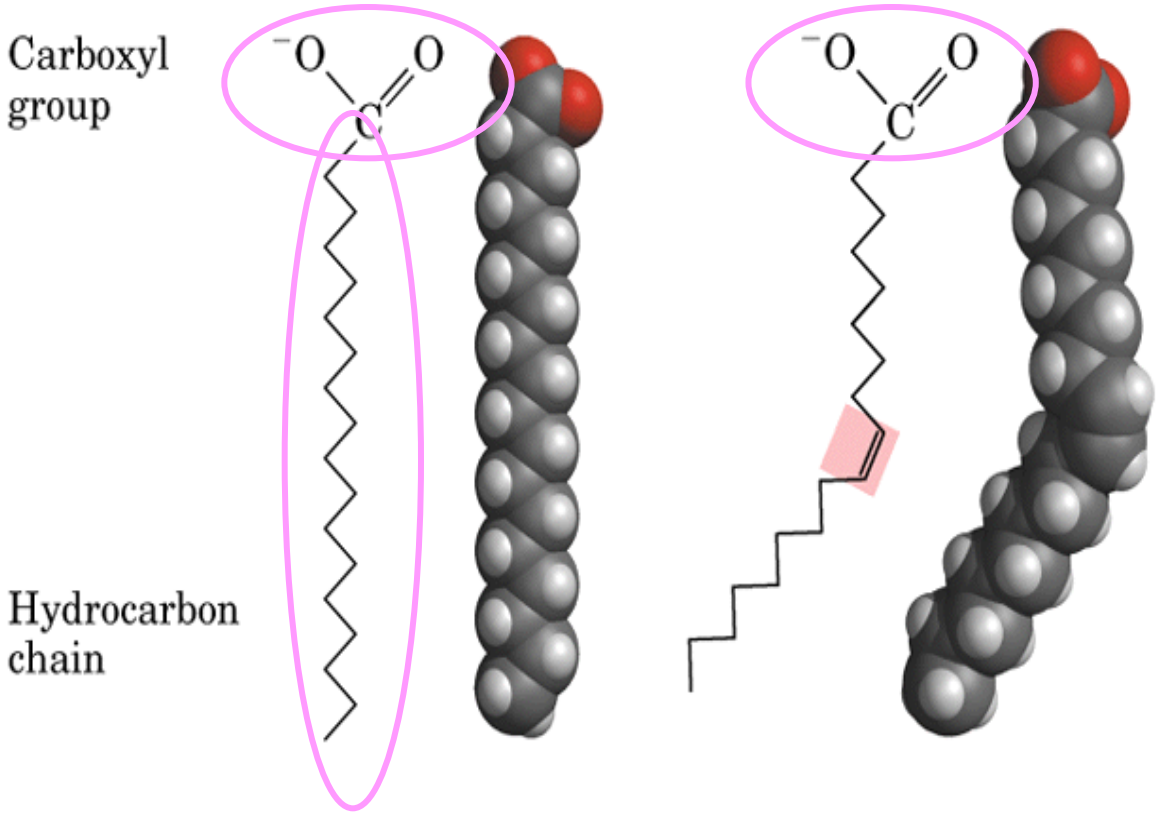




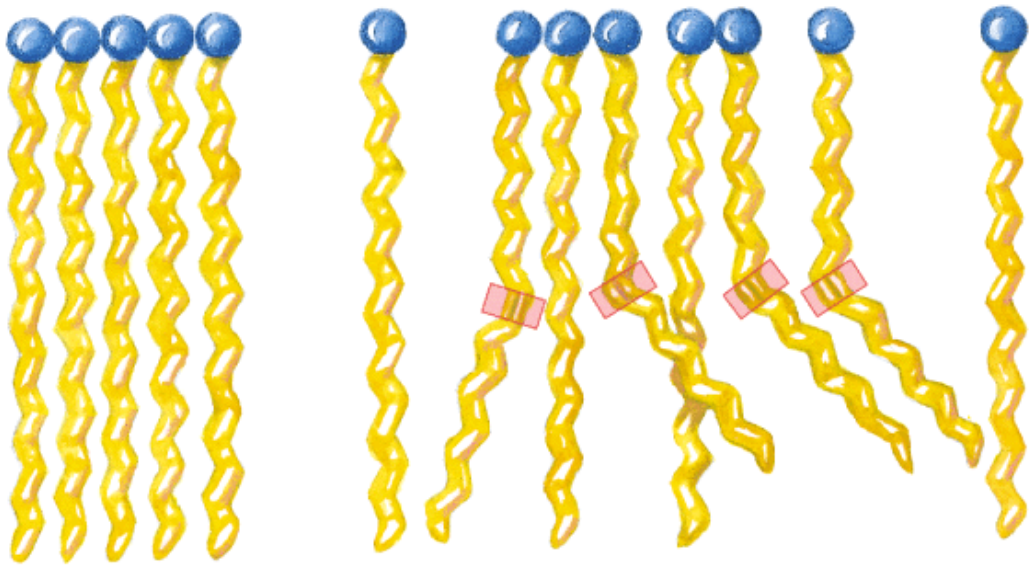
TEC | Tecnológico de Costa Rica

Propiedades

Solubilidad



Punto de fusión

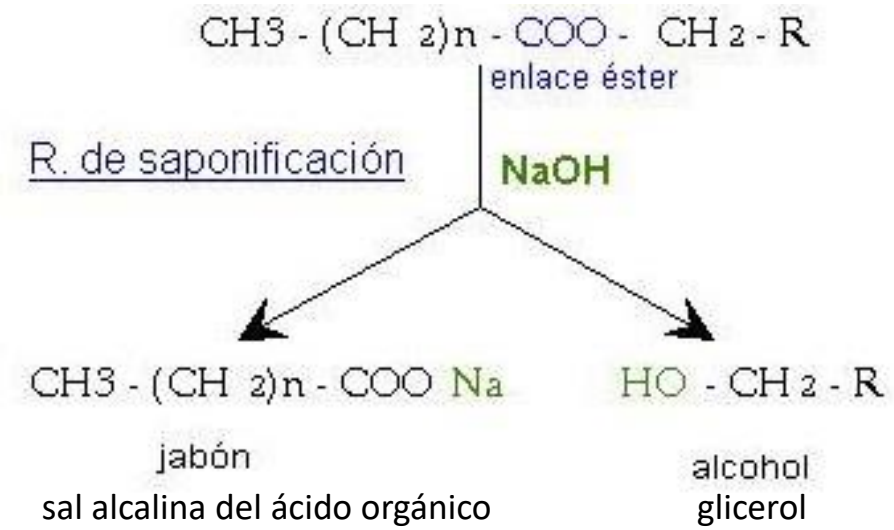


Saturated fatty acids

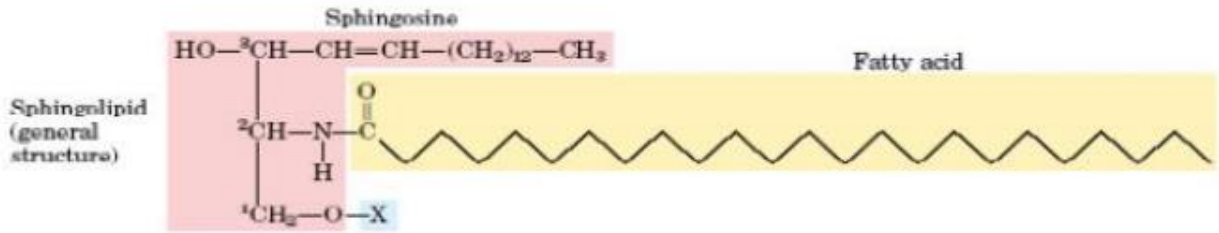
Mixture of saturated and unsaturated fatty acids

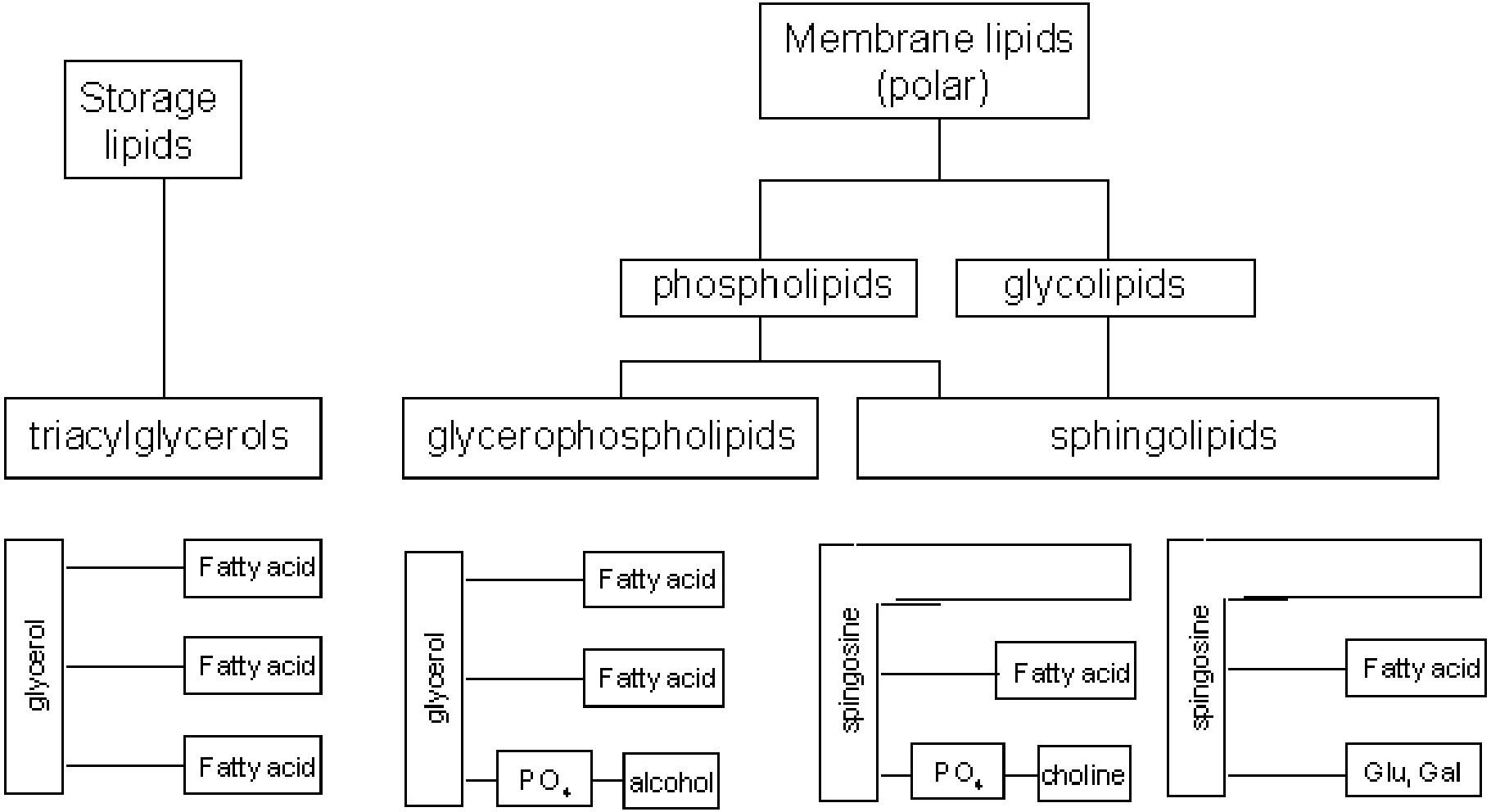
Clasificación

- **Lípidos saponificables**
  - Simples
    - Acilglicéridos
    - Céridos
  - Complejos
    - Fosfolípidos
    - Glucolípidos
- **Lípidos insaponificables**
  - Terpenos
  - Esteroides
  - Prostaglandinas

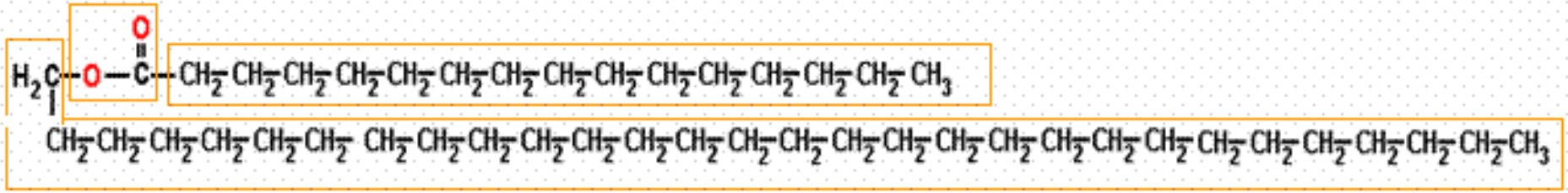


Clasificación





Las ceras son sustancias sólidas a temperatura ambiente debido a sus largas cadenas hidrocarbonadas, aunque de bajo punto de fusión. Impermeables, lo que las hace útiles para los seres vivos para proteger de la desecación (hojas y frutos). También tiene función de protección la cera del conducto auditivo.



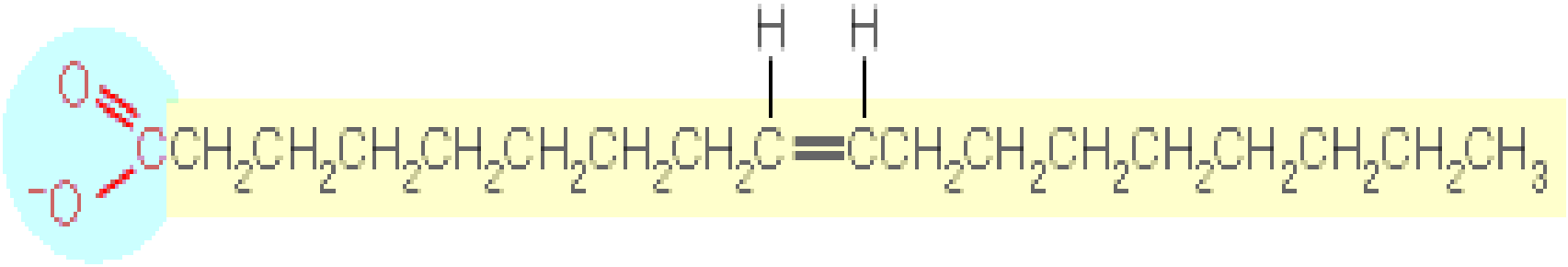
Palmitato de miricilo (cera de abeja)

Enlace éster

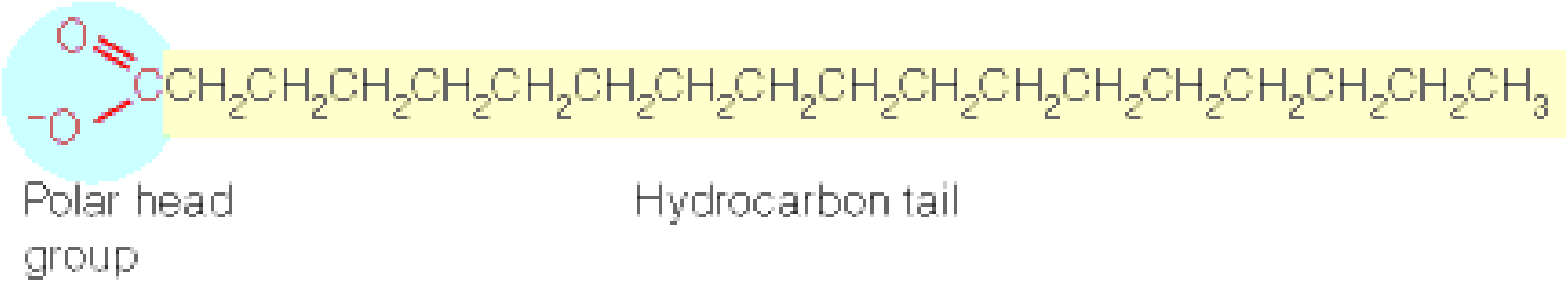
Ácido graso (C18)

Alcohol de cadena larga (C30)

Abreviatura y nombre ω



- 18:1 (Δ^9)
  - ω – 9
- Ácido oleico

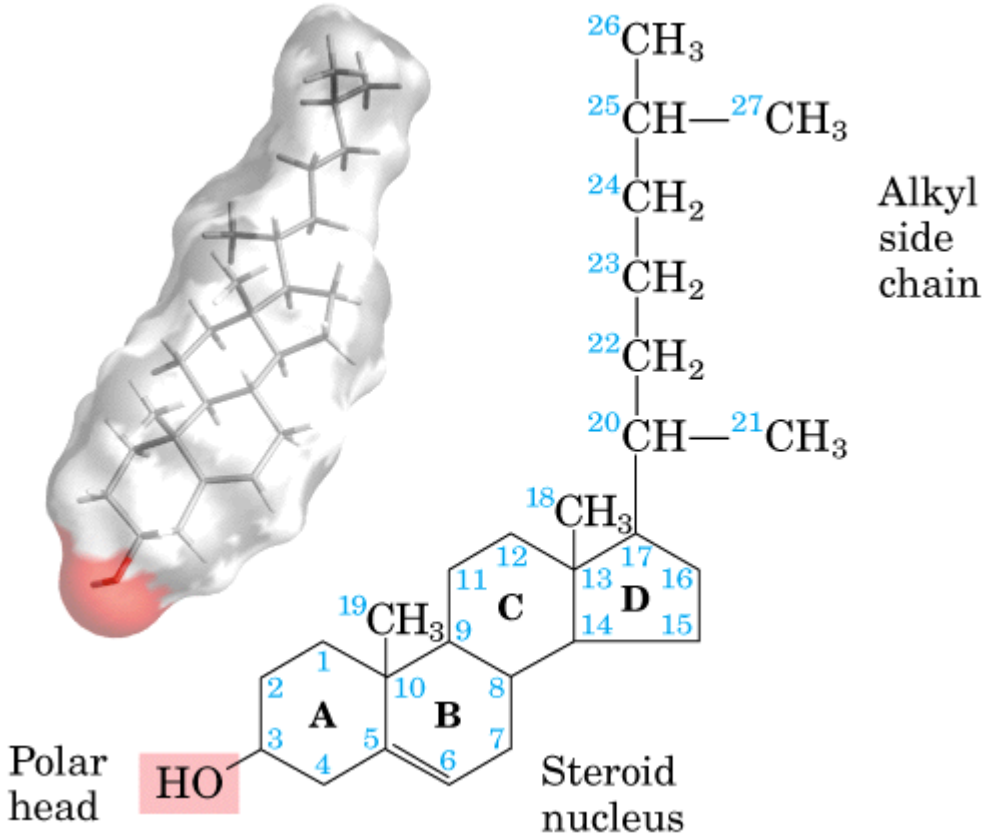


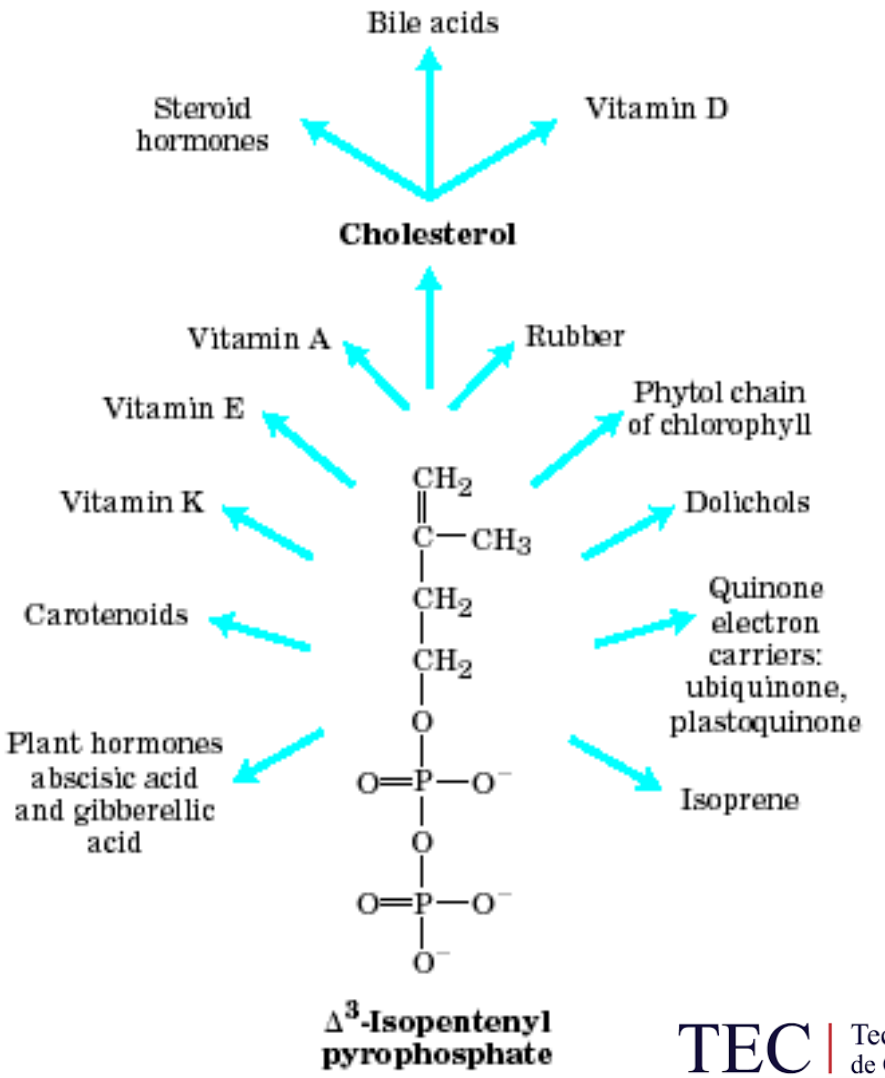
- 18:0
- Ácido esteárico

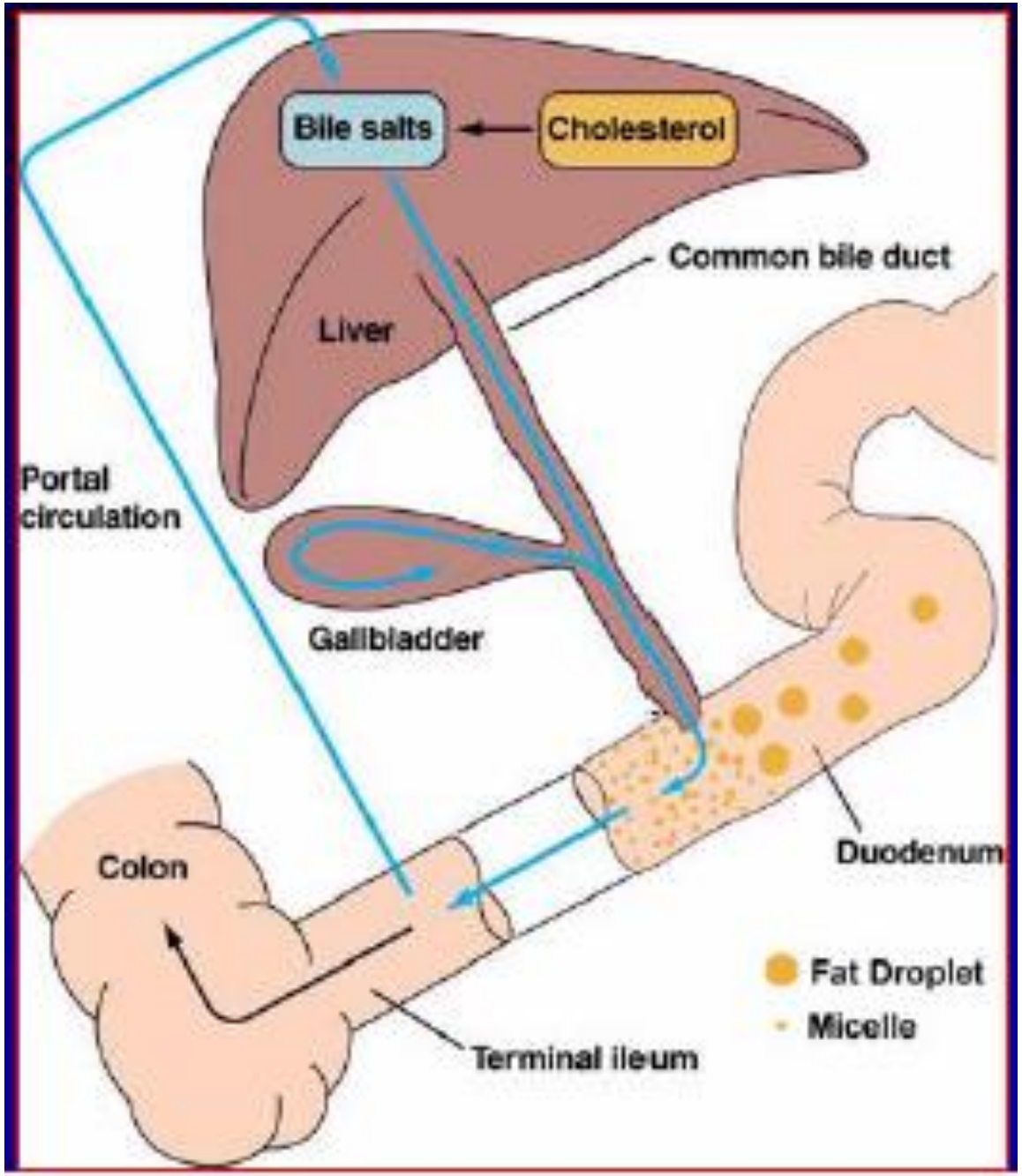
Common Name	Systematic Name	Abbreviation	Structure	Melting Point (°C)
Saturated Fatty Acids				
Capric	*n*-Decanoic	10:0	$CH_3(CH_2)_8COOH$	31.6
Lauric	*n*-Dodecanoic	12:0	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	44.2
Myristic	*n*-Tetradecanoic	14:0	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	53.9
Palmitic	*n*-Hexadecanoic	16:0	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	63.1
Stearic	*n*-Octadecanoic	18:0	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	69.6
Arachidic	*n*-Eicosanoic	20:0	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	76.5
Behenic	*n*-Docosanoic	22:0	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	81.5
Lignoceric	*n*-Tetracosanoic	24:0	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$	86.0
Cerotic	*n*-Hexacosanoic	26:0	$CH_3(CH_2)_{24}COOH$	88.5
Unsaturated Fatty Acids				
Palmitoleic	*cis*-9-Hexadecenoic	16:1cΔ9	$CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	0
Oleic	*cis*-9-Octadecenoic	18:1cΔ9	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	16
Linoleic	*cis,cis*-9,12-Octadecadienoic	18:2cΔ9,12	$CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	5
Linolenic	all-*cis*-9,12,15-Octadecatrienoic	18:3cΔ9,12,15	$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	−11
Arachidonic	all-*cis*-5,8,11,14-Eicosatetraenoic	20:4cΔ5,8,11,14	$CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_3COOH$	−50
Branched and Cyclic Acids				
Tuberculostearic	*l*-D-10-Methyloctadecanoic		$CH_3(CH_2)_7CH(CH_3)(CH_2)_8COOH$	13.2
Lactobacillic	ω-(2-*n*-Octylcyclopropyl)-octadecanoic		$CH_3(CH_2)_5CH{-}CH(CH_2)_9COOH$ (with CH_2 bridge)	29

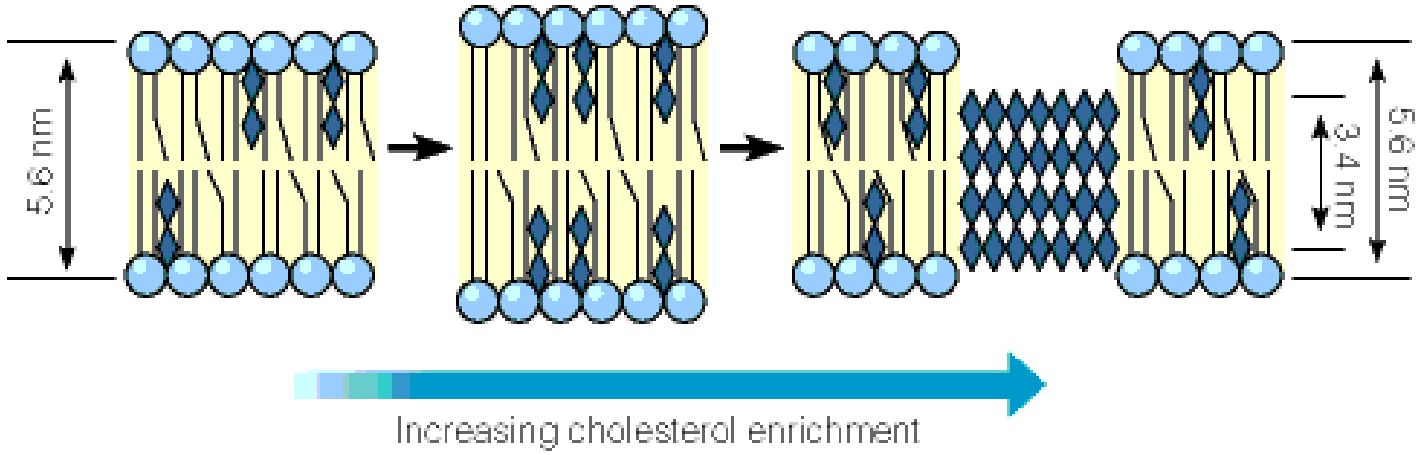
TEC | Tecnológico de Costa Rica

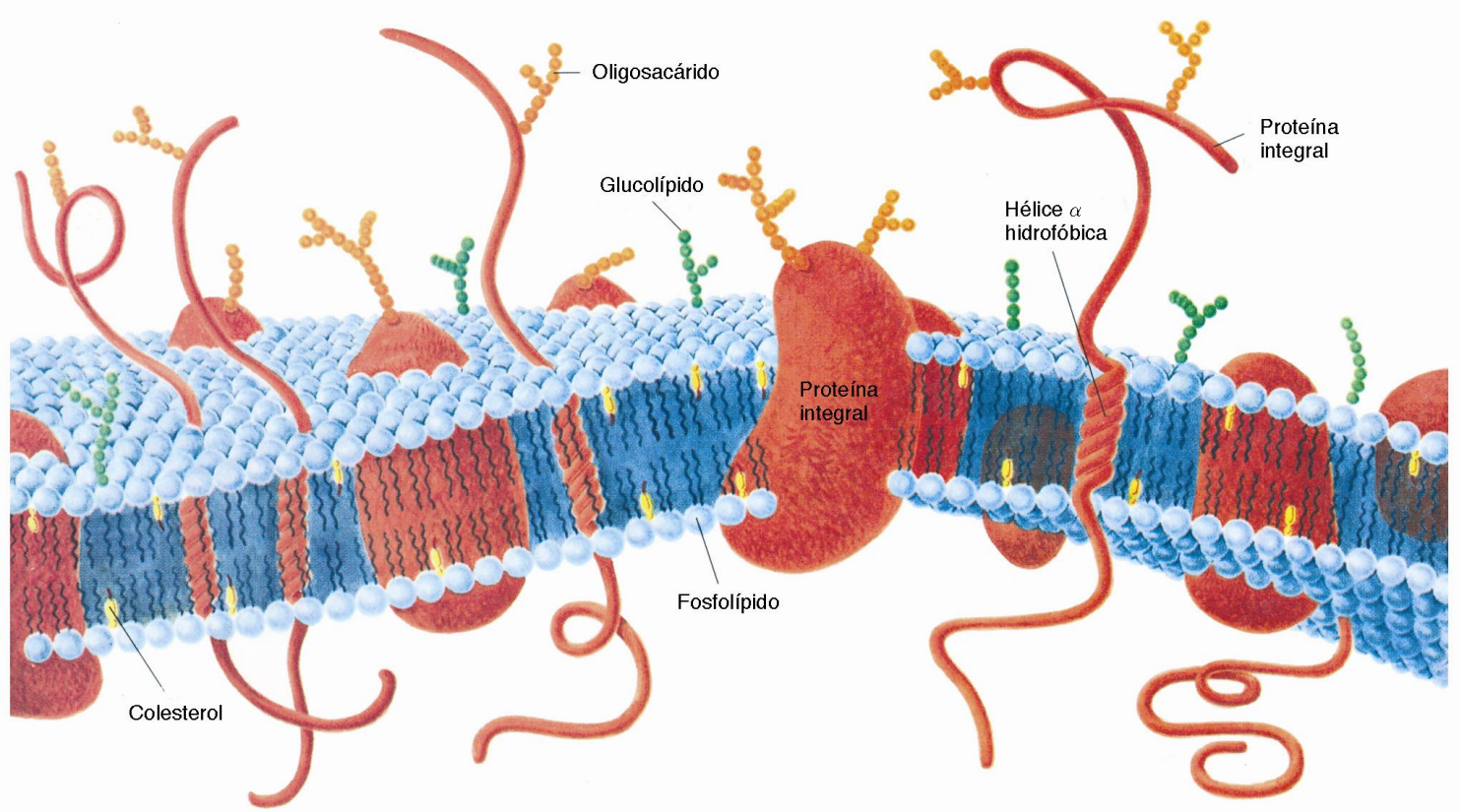
Lípidos precursores: colesterol

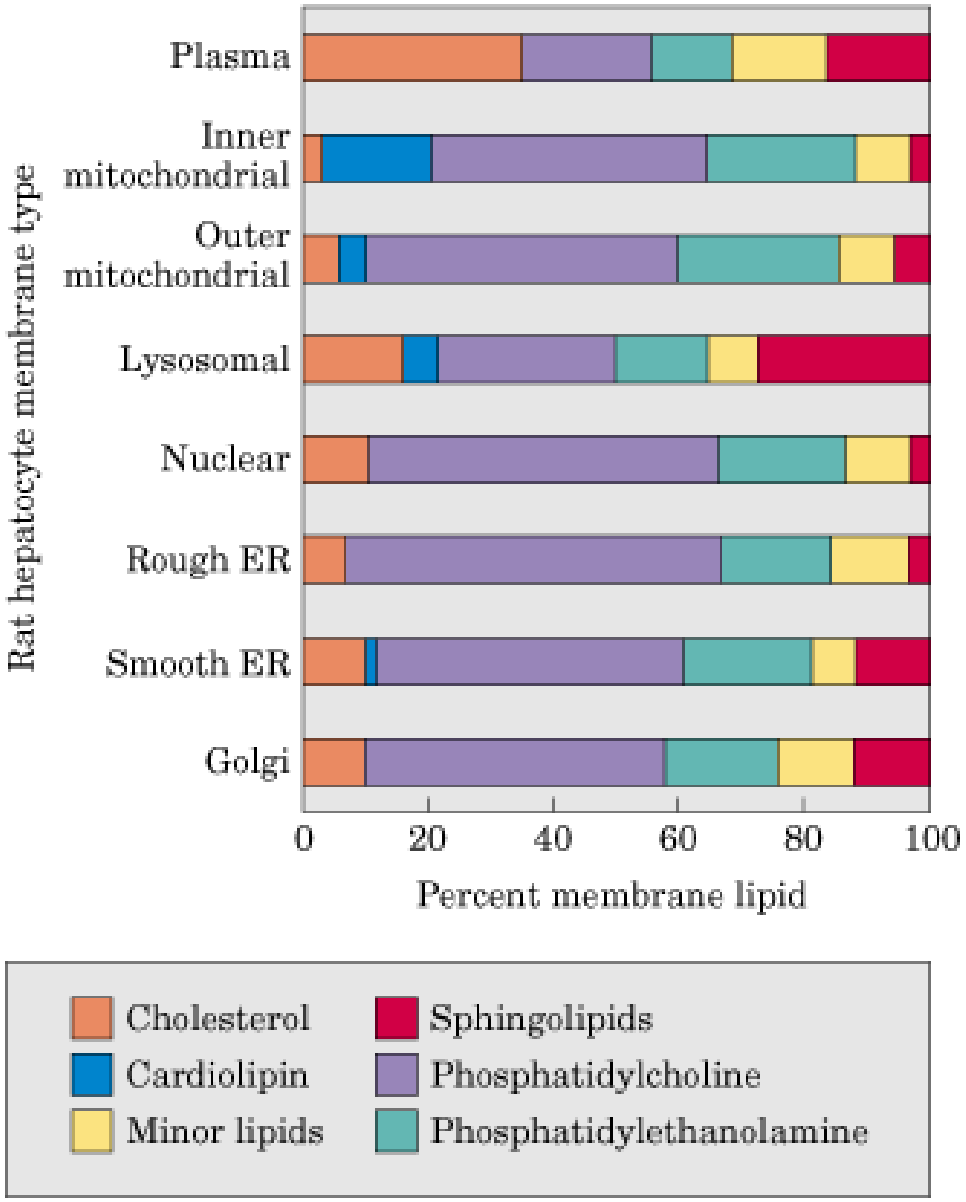


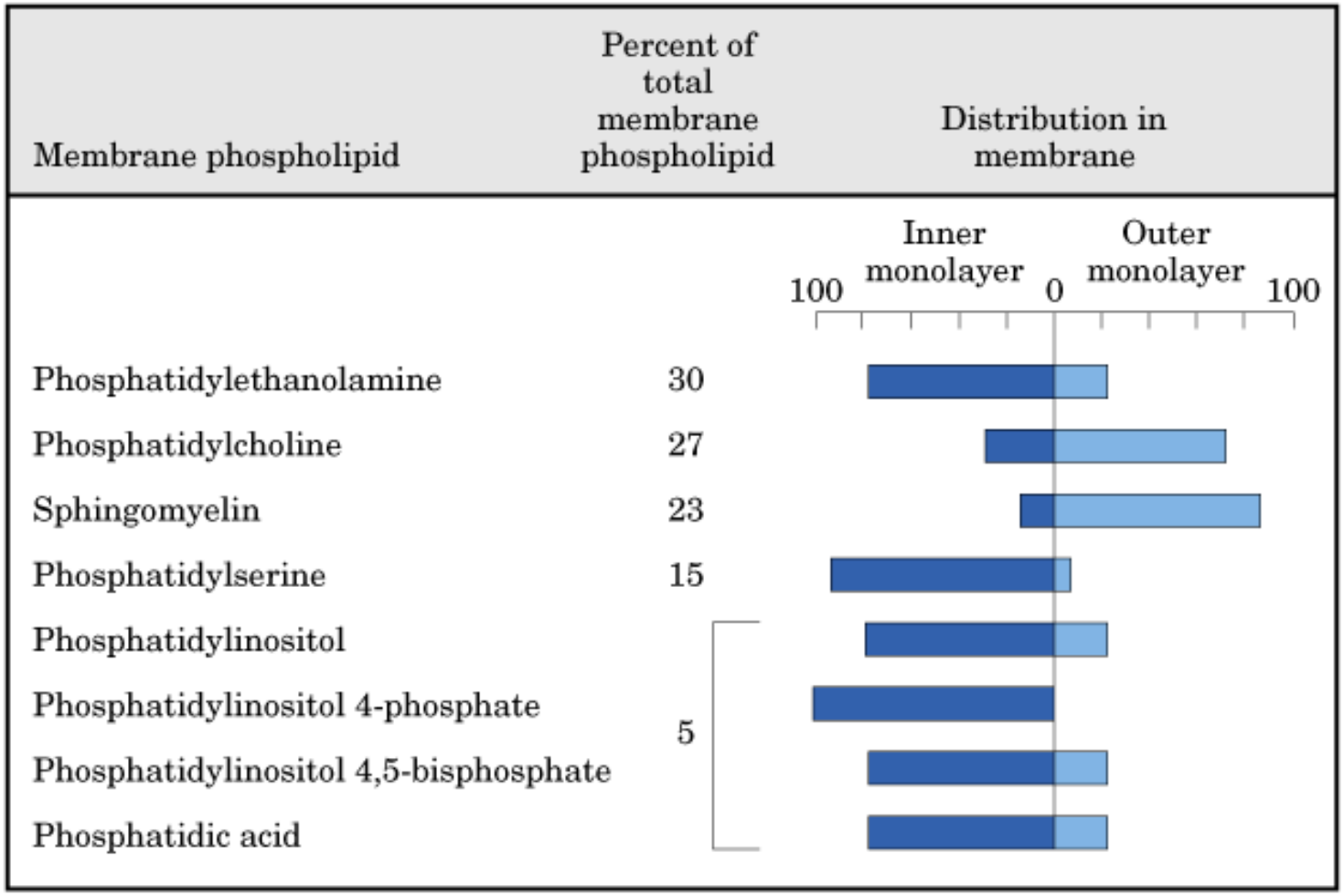



Bile salts
Cholesterol
Common bile duct
Liver
Portal circulation
Gallbladder
Colon
Duodenum
Fat Droplet
Micelle
Terminal ileum


5.6 nm
3.4 nm
5.6 nm
Increasing cholesterol enrichment


Oligosacárido
Proteína integral
Glucolípido
Hélice α hidrofóbica
Proteína integral
Fosfolípido
Colesterol





Distribución asimétrica de fosfolípidos entre las monocapas interna y externa de la membrana plasmática del eritrocito

Almacenamiento de energía

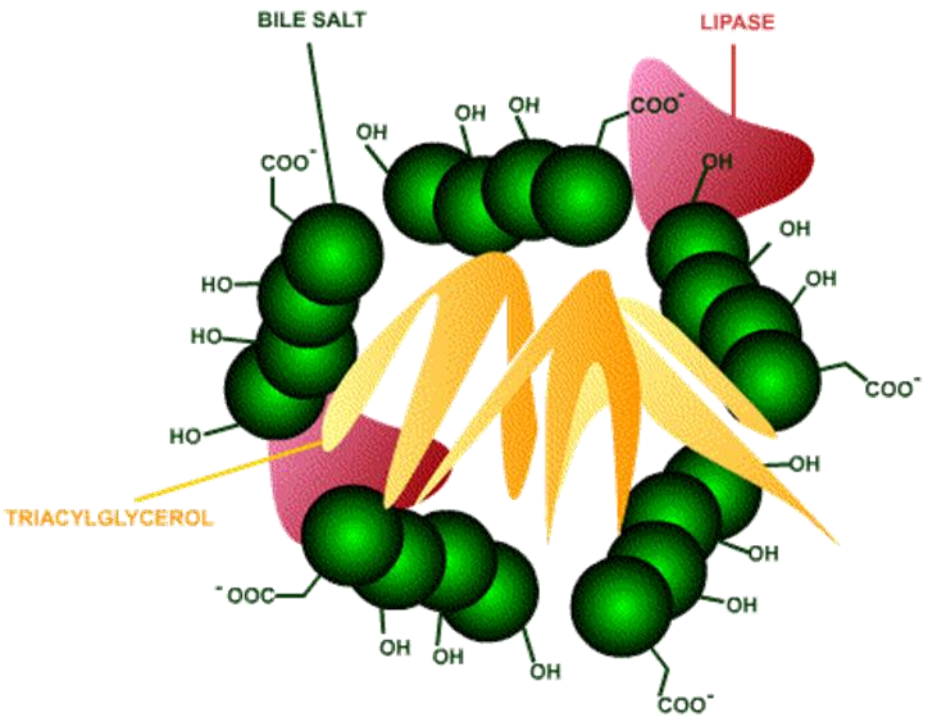
- Lípidos (ventajas):
  - Triglicéridos o grasas neutras
  - Cadenas carbonadas altamente reducidas
  - Su oxidación produce más del doble que la de otras moléculas (por peso molecular)
  - Insolubilidad extrema en agua: no elevan la osmolaridad del citosol (el agua de solvatación representa 2/3 del peso molecular de los carbohidratos de reserva)
  - Relativamente químicamente inertes

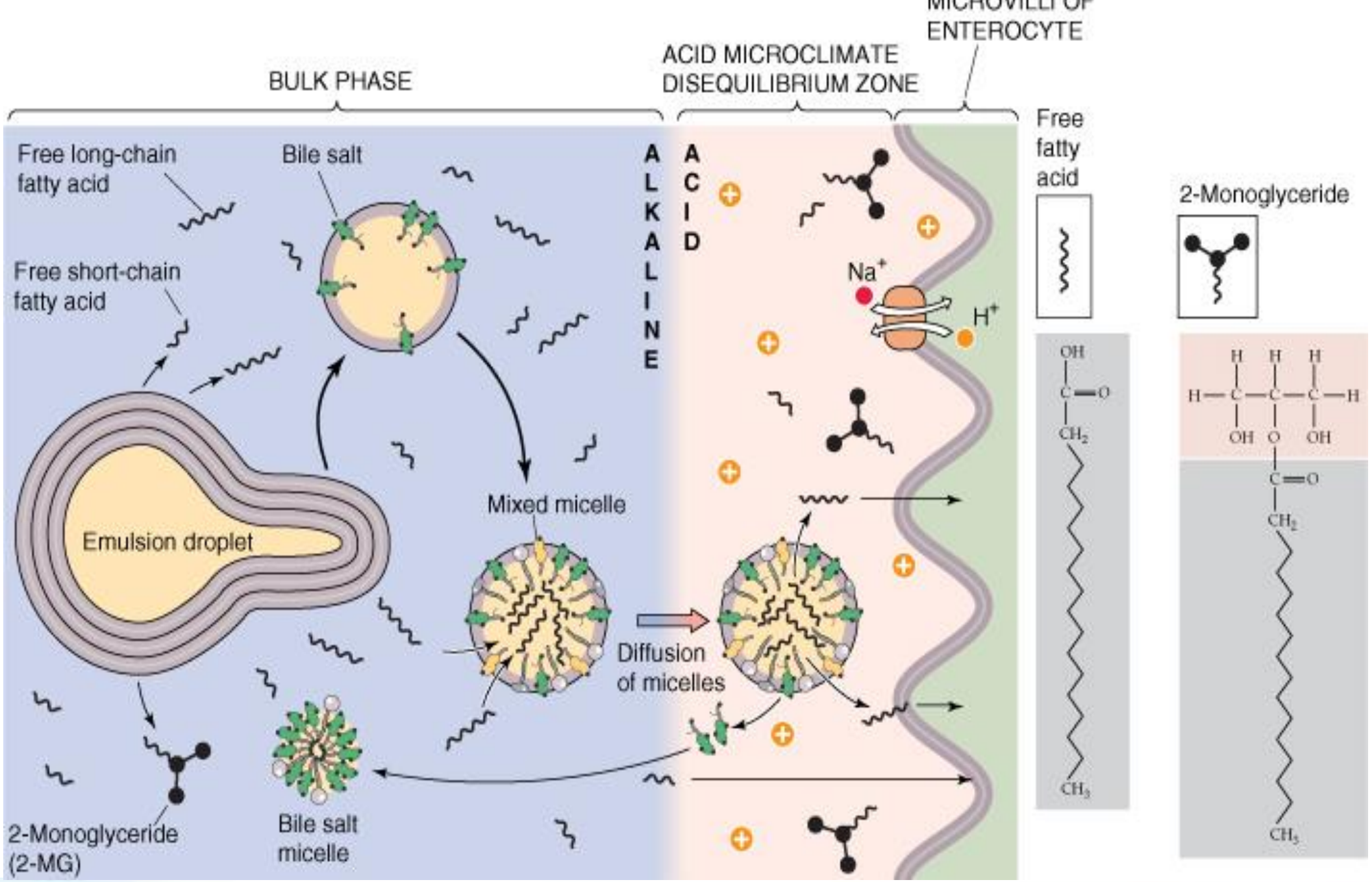
- Pero:
  - Las enzimas para su metabolismo son hidrosolubles
  - Están “confinados”
  - Entonces: Deben ser emulsificados y movilizados

Emulsificación de las grasas

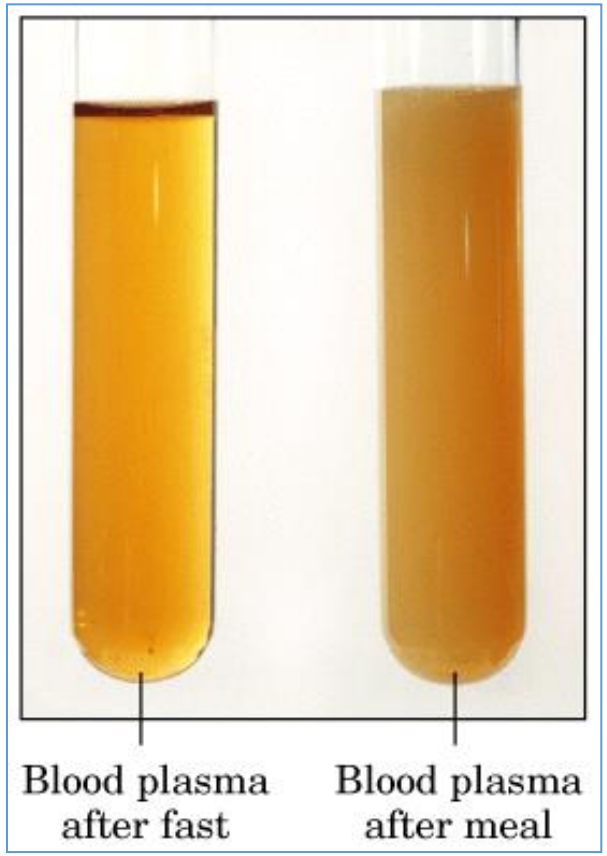
- Para digerir los ácidos grasos de cadena larga deben emulsificarse y formar micelas

- Ocurre en el intestino delgado por acción de la bilis (ácidos biliares conjugados, fosfatidil colina y colesterol)

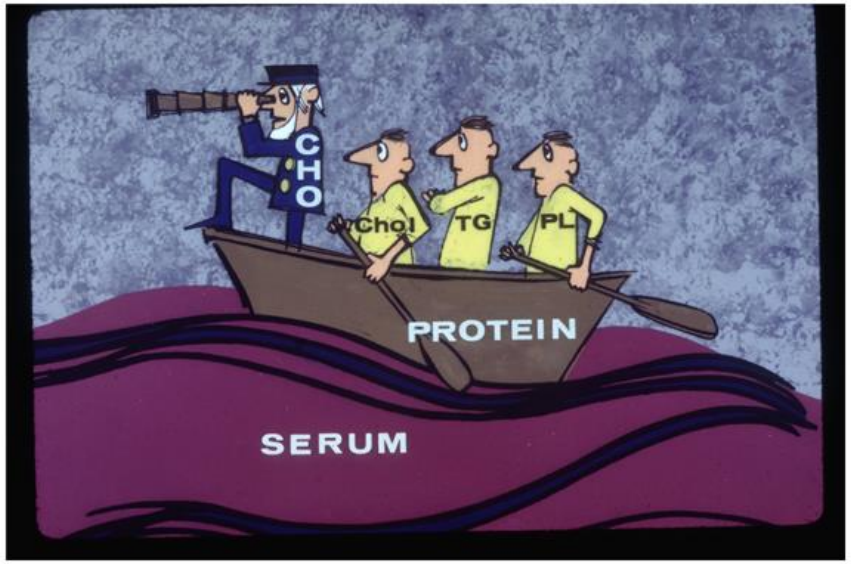



MICROVILLI OF ENTEROCYTE
ACID MICROCLIMATE DISEQUILIBRIUM ZONE
BULK PHASE
Free long-chain fatty acid
Bile salt
Free short-chain fatty acid
ALKALINE
ACID
Na+
H+
Free fatty acid
2-Monoglyceride
Mixed micelle
Emulsion droplet
Diffusion of micelles
2-Monoglyceride (2-MG)
Bile salt micelle

¿Cómo viajan los lípidos en la sangre?



- Ácidos grasos libres: son transportados unidos a la albúmina.
- Los triglicéridos y el colesterol son transportados en las lipoproteínas.



Lipoproteínas

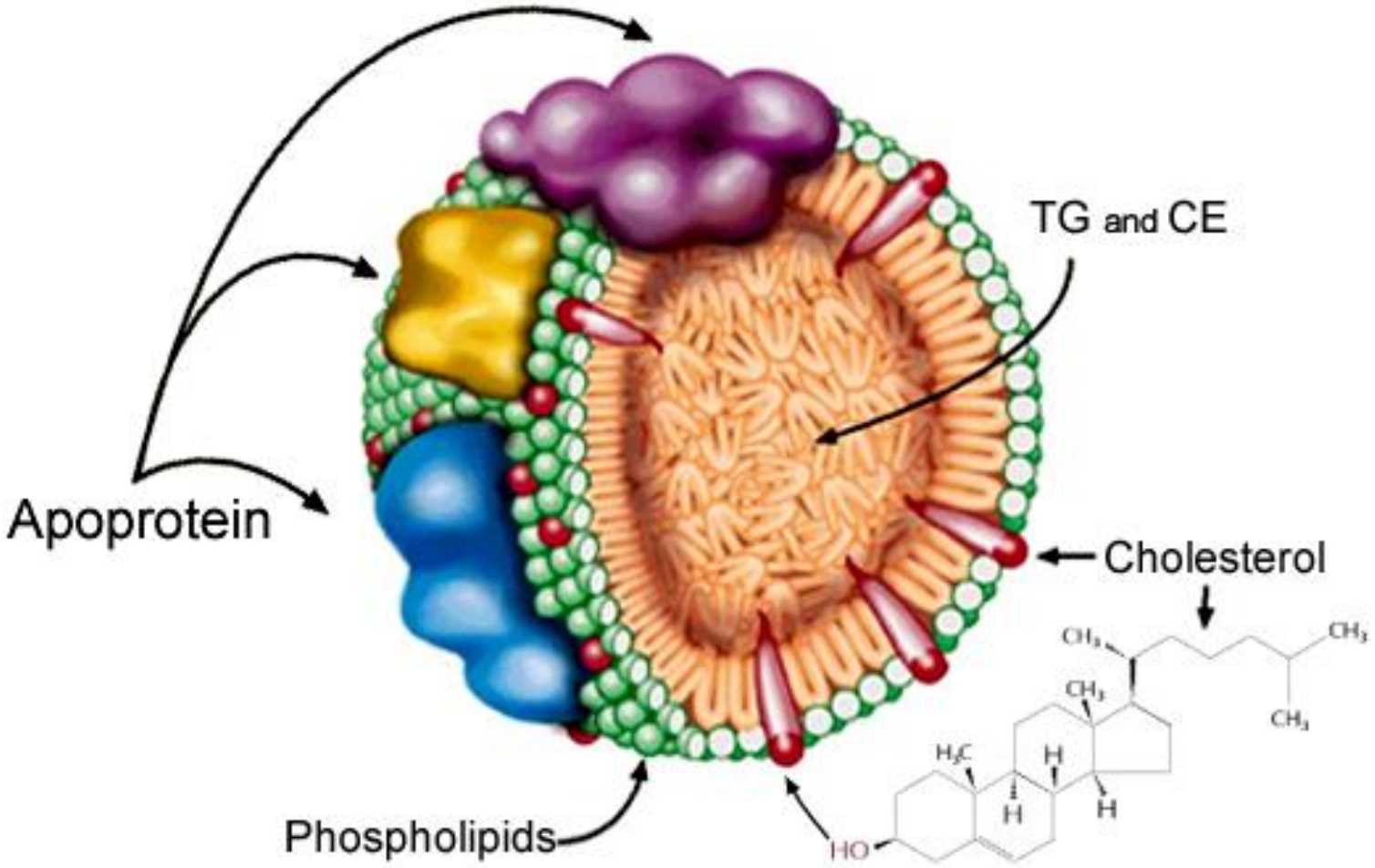
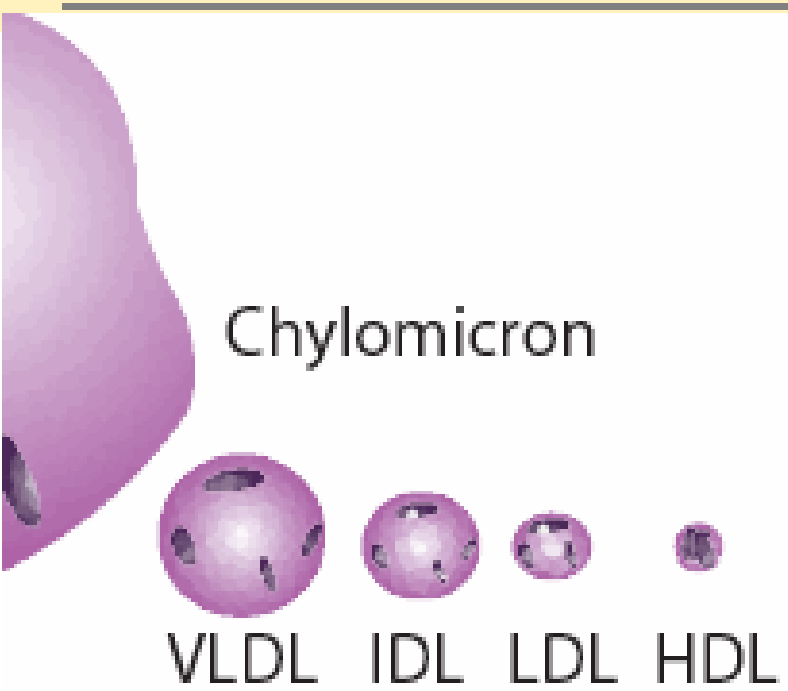
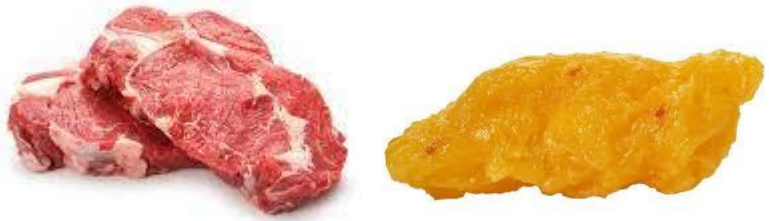
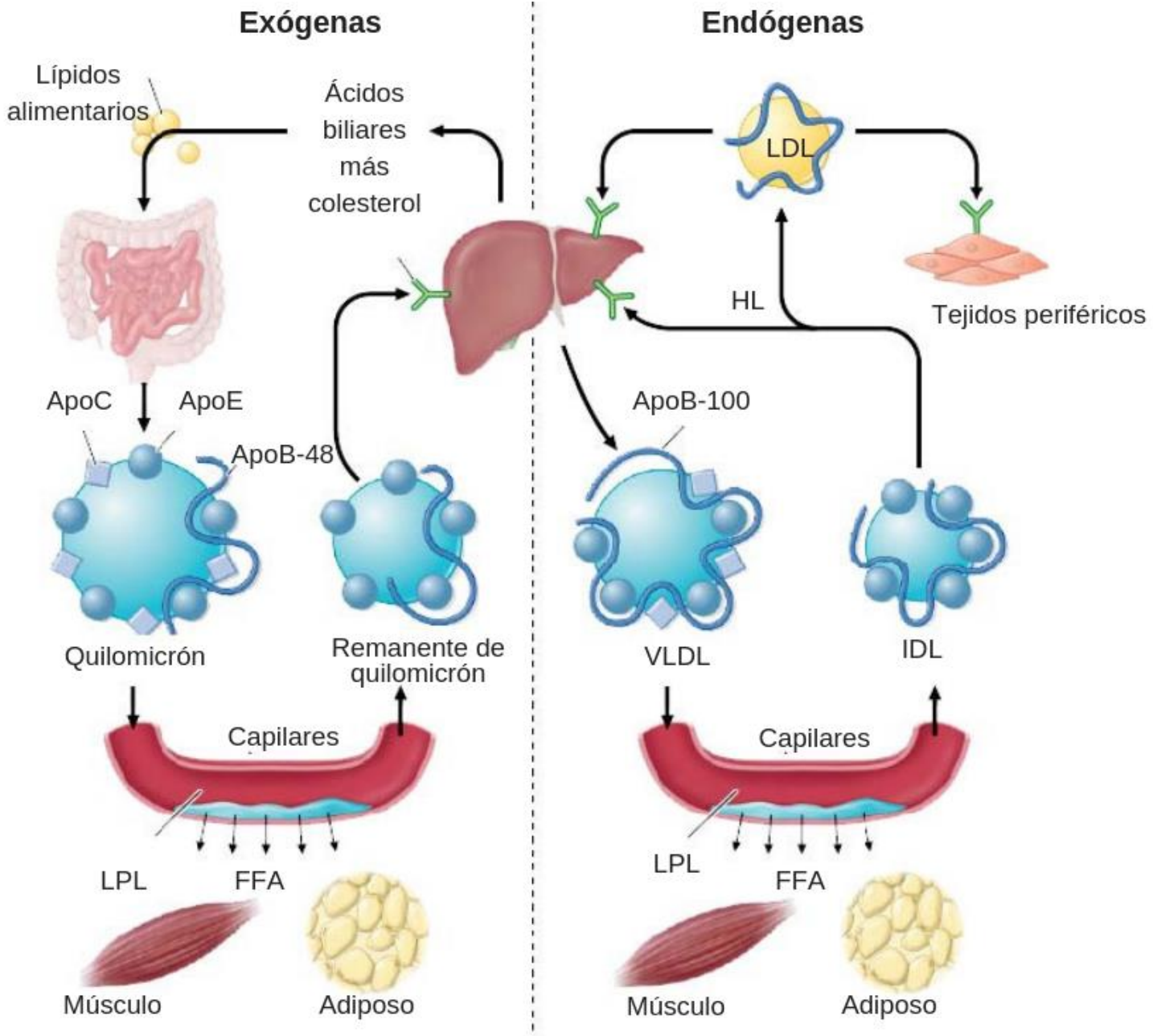


TABLE 21-2 Major Classes of Human Plasma Lipoproteins: Some Properties

		Composition (wt %)				
Lipoprotein	*Density (g/mL)*	*Protein*	*Phospholipids*	*Free cholesterol*	*Cholesteryl esters*	*Triacylglycerols*
Chylomicrons	<1.006	2	9	1	3	85
VLDL	0.95–1.006	10	18	7	12	50
LDL	1.006–1.063	23	20	8	37	10
HDL	1.063–1.210	55	24	2	15	4

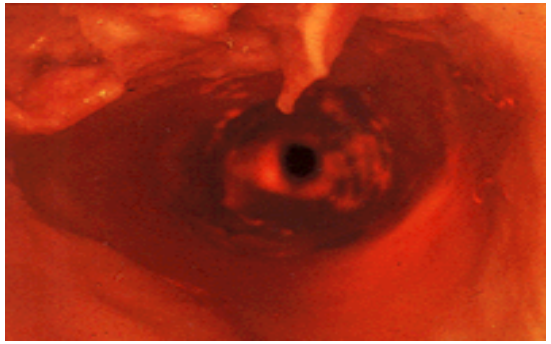


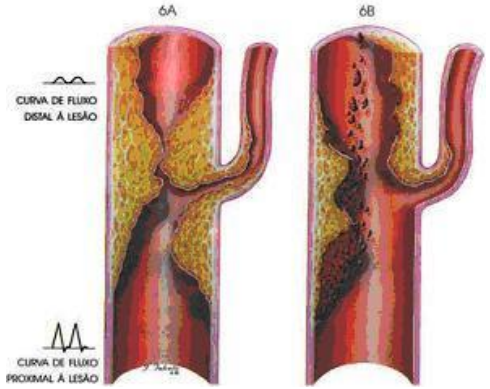


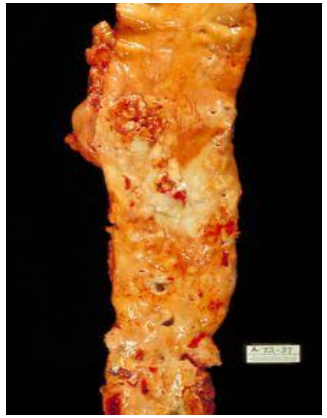


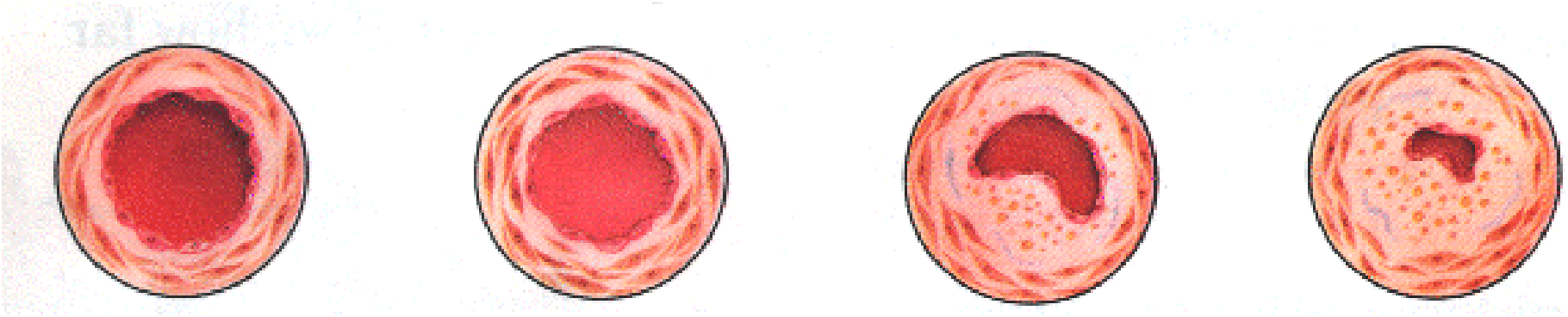
LDLR: receptor lipoproteína de baja densidad; LDL: lipoproteína de baja densidad, FFA: ácidos grasos libres, LPL: lipoproteína lipasa, HL: lipasa hepática, IDL: lipoproteína de densidad intermedia; VLDL: lipoproteína de muy baja densidad

Perfil lipídico y enfermedad vascular



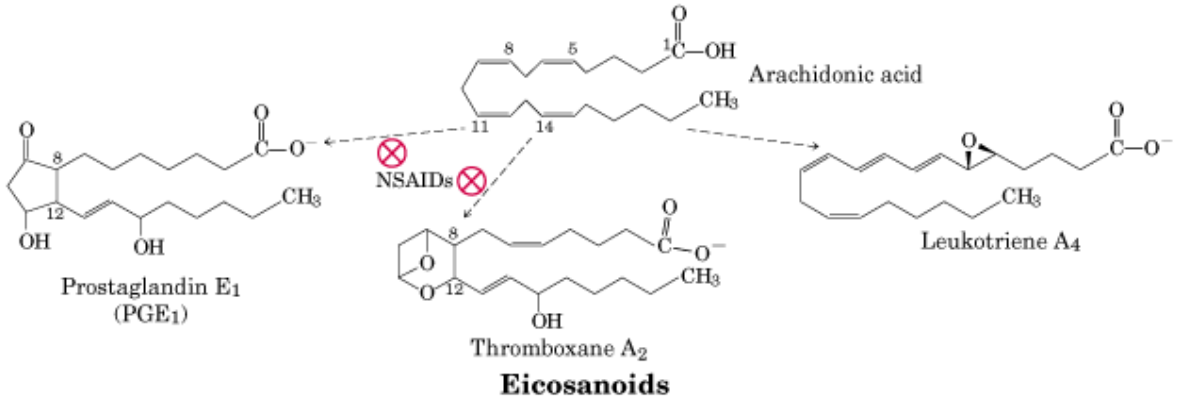




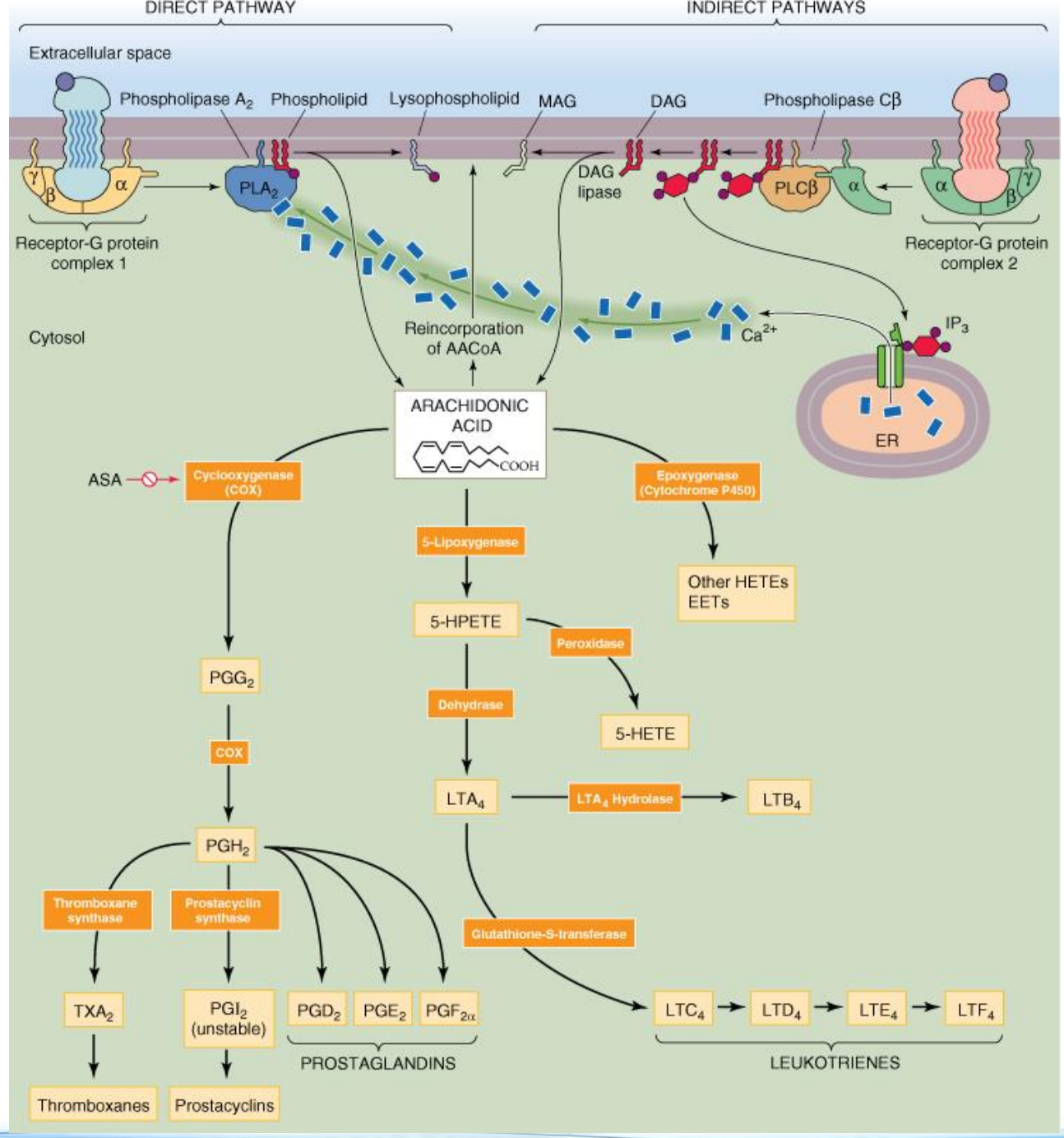


Eicosanoides

- Prostaglandinas, Tromboxanos y Leucotrienos
  - Derivados de ácidos grasos poliinsaturados C_{20}
  - Son una clase de lípidos que se caracteriza
    - Sus potentes propiedades fisiológicas
    - Su baja concentración en los tejidos
    - Rápido recambio metabólico
    - Origen metabólico común

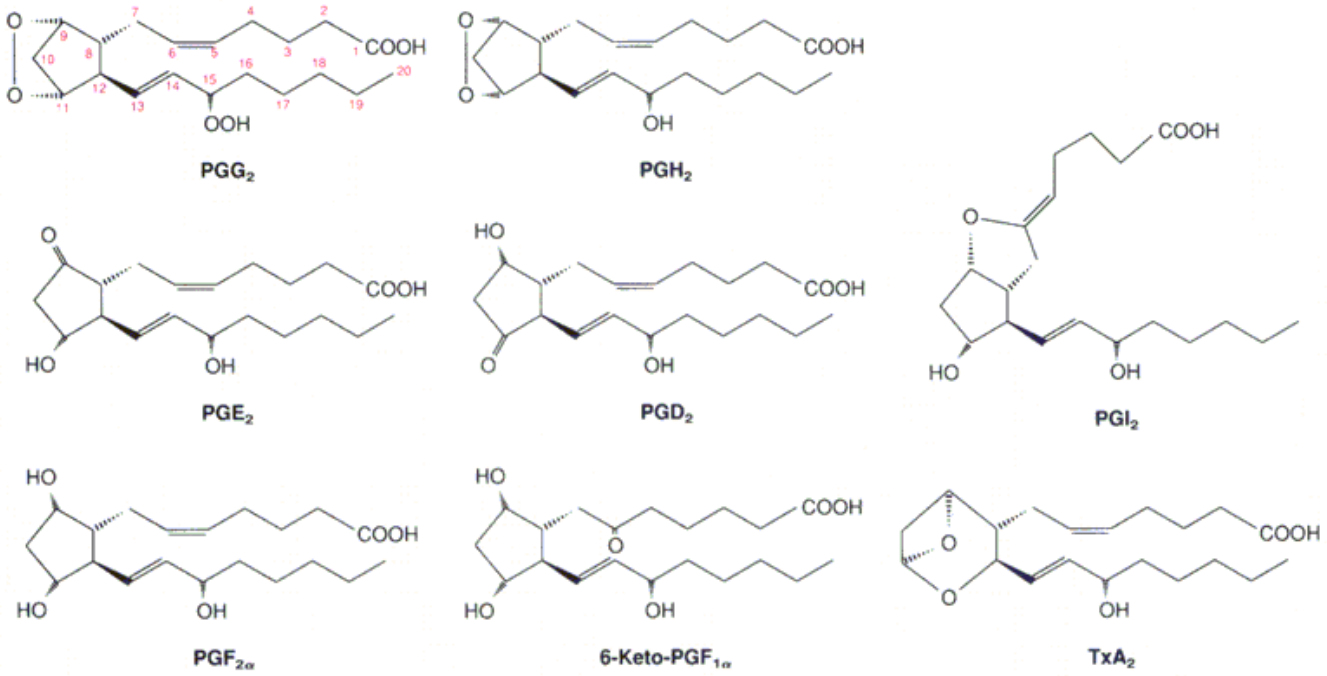


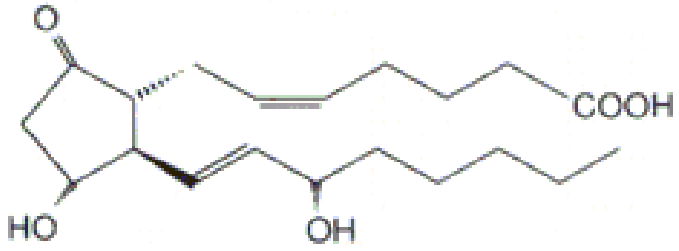
  - *Oxilipina*: compuestos relacionados que provienen de ácidos grasos poli-insaturados más largos o más cortos que C_{20}


DIRECT PATHWAY
INDIRECT PATHWAYS
Extracellular space
Phospholipase A2
Phospholipid
Lysophospholipid
MAG
DAG
Phospholipase Cβ
PLA2
DAG lipase
PLCβ
Receptor-G protein complex 1
Receptor-G protein complex 2
Cytosol
Reincorporation of AACoA
Ca2+
IP3
ER
ARACHIDONIC ACID
COOH
ASA
Cyclooxygenase (COX)
Epoxygenase (Cytochrome P450)
5-Lipoxygenase
Other HETEs
EETs
5-HPETE
Peroxidase
5-HETE
PGG2
Dehydrase
COX
LTA4
LTA4 Hydrolase
LTB4
PGH2
Thromboxane synthase
Prostacyclin synthase
Glutathione-S-transferase
TXA2
PGI2 (unstable)
PGD2
PGE2
PGF2α
LTC4
LTD4
LTE4
LTF4
PROSTAGLANDINS
LEUKOTRIENES
Thromboxanes
Prostacyclins

Nomenclatura

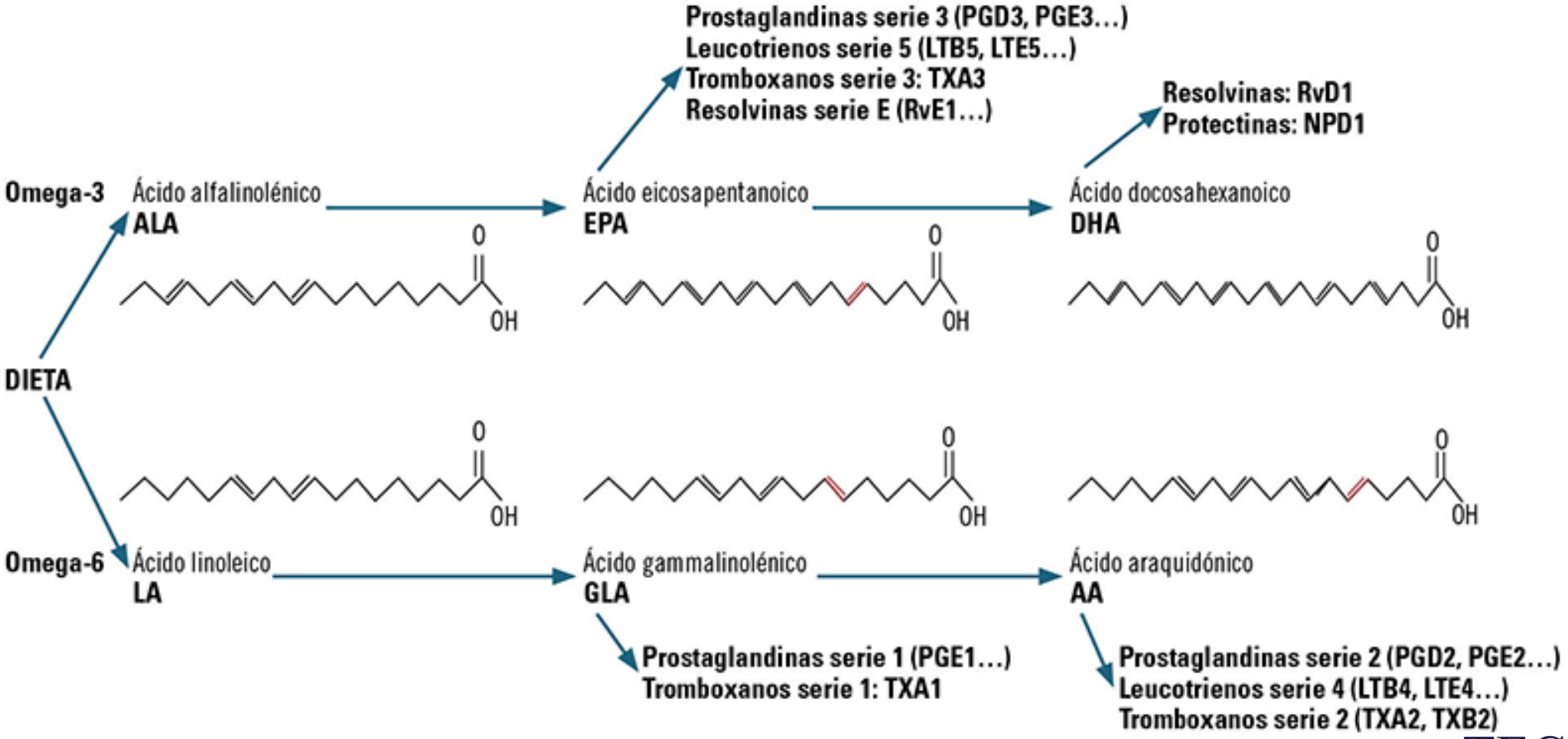
- Todas las prostaglandinas se designan con una letra, por ej. PGE y PGF
- Cada prostaglandina posee un anillo de ciclopentano y 2 cadenas laterales con un carboxilo en una de las cadenas
- Un subíndice indica el número de dobles enlaces





PGE$_2$

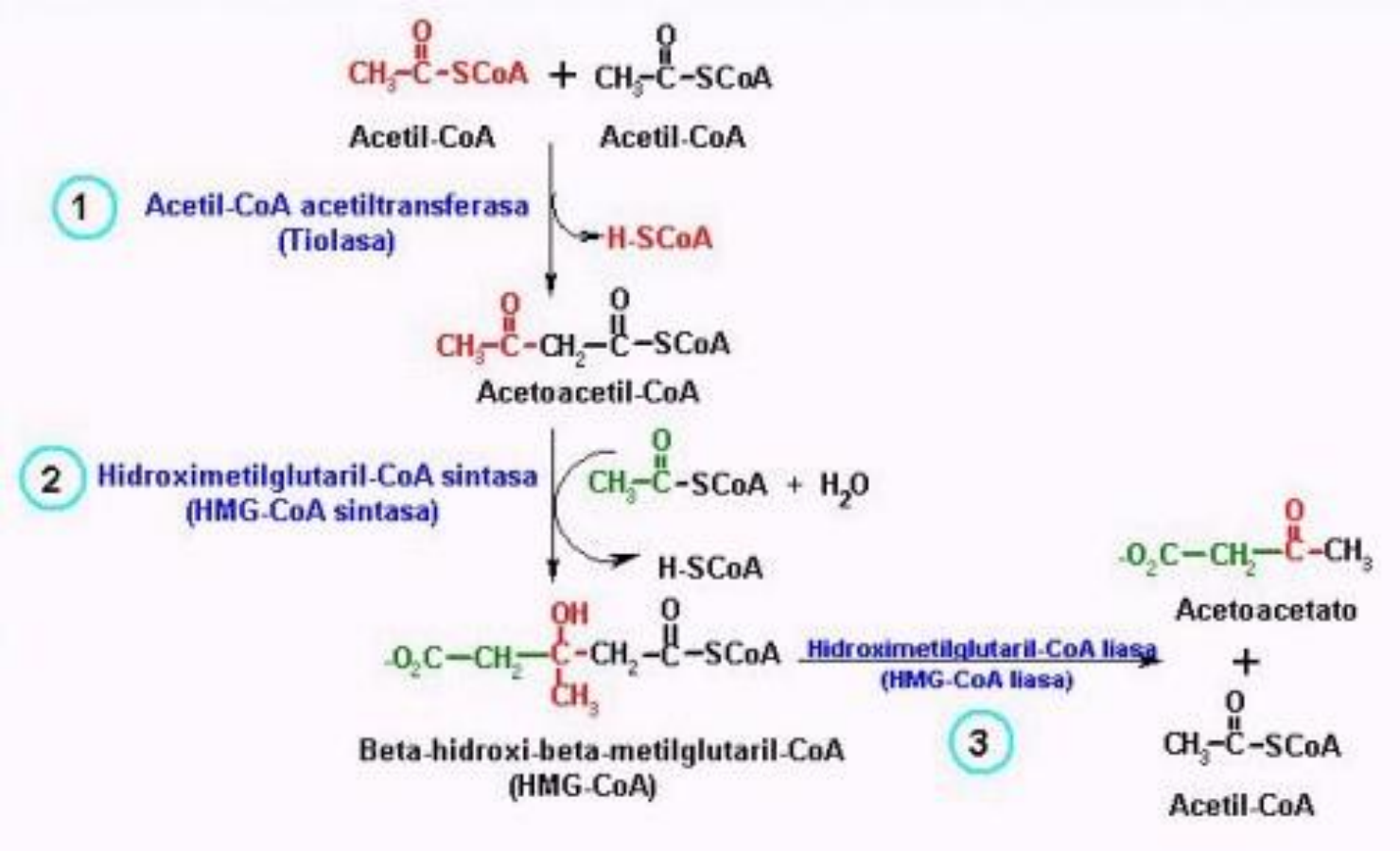
	Omega-3	Omega-6
AGPI esenciales	Ácido alfalinolénico (ALA)	Ácido linoleico (LA)
AGPI no esenciales	Ácido eicosapentaenoico (EPA)	Ácido gammalinolénico (GLA)
	Ácido docosahexaenoico (DHA)	Ácido araquidónico (AA)



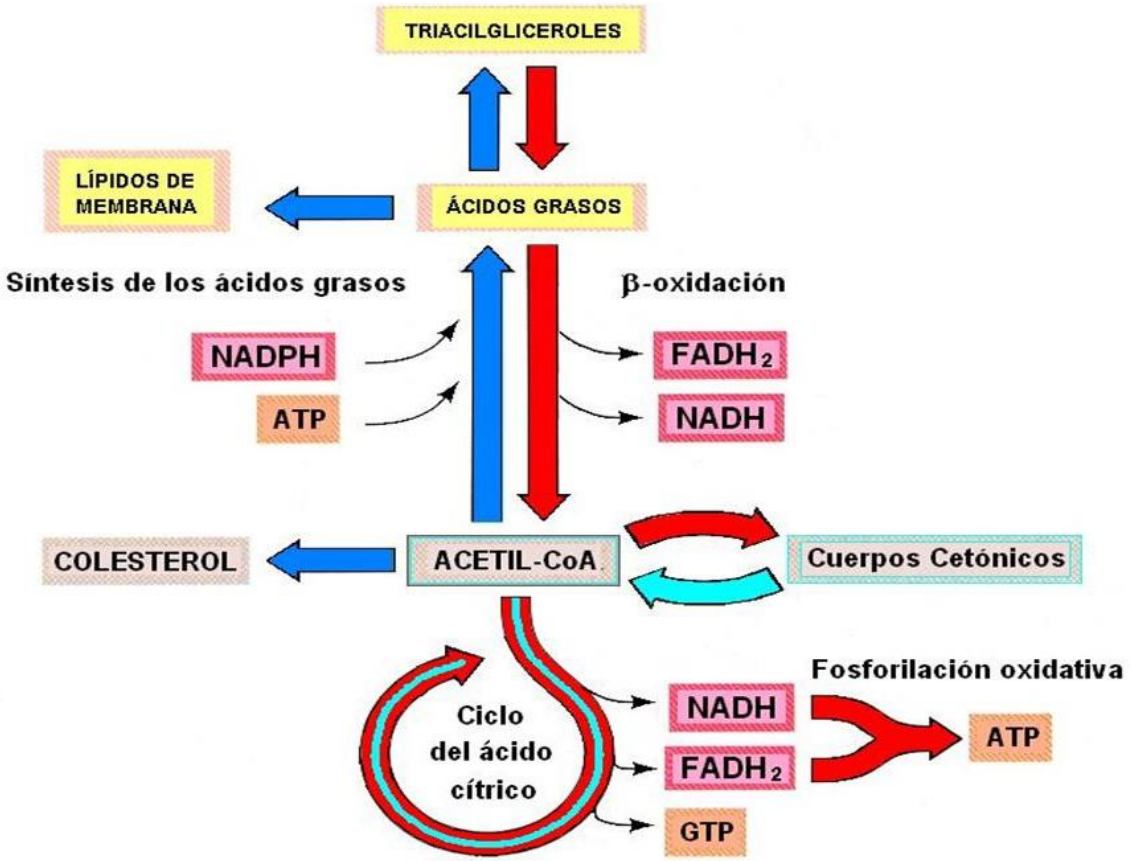
Cuerpos cetónicos

- Se sintetizan en el hígado en casos de:
  - Ayuno prolongado
  - Ejercicio intenso
  - Diabetes no controlada

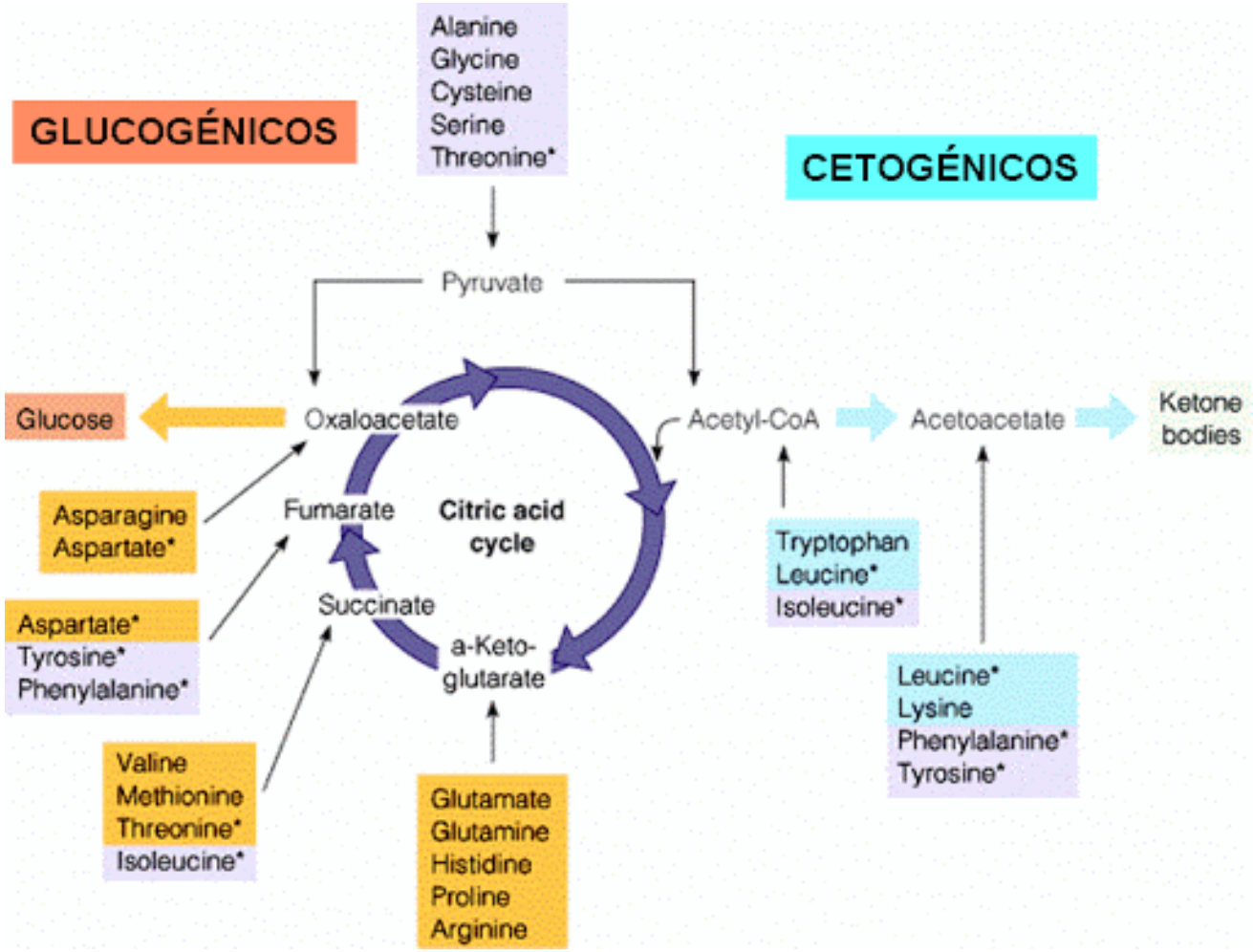
- Incluyen:
  - Acetona
  - Acetoacetato
  - B-Hidroxibutirato



Lípidos



Amino ácidos



- https://www.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/lipids/v/lipid-overview

- https://www.youtube.com/watch?v=BVxeeiR7JB0